

CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL  
45bis, avenue de la Belle Gabrielle  
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX  
Tél. 43 94 43 00  
Télécopie 43 94 43 29  
Télex : CETEFO 264653

Micro 27

ETUDE PROVISOIRE DES RELATIONS  
ENTRE QUALITE ACOUSTIQUE D'UN BOIS EN PERCUSSION  
ET CARACTERISTIQUES DE RESONANCE MESUREES EN LABORATOIRE

E S S E M

JUILLET 1989

CR(13-c)(127)(17)

ETUDE PROVISOIRE DES RELATIONS  
ENTRE QUALITE ACOUSTIQUE D'UN BOIS EN PERCUSSION  
ET CARACTERISTIQUES DE RESONANCE MESUREES EN LABORATOIRE

(essai conduit par Philippe CURIE)

I - BUT DE L'ESSAI

Le but de l'essai consiste à étudier l'existence des relations éventuelles entre :

- les caractéristiques d'amortissement d'une pièce de bois mesurées par un dispositif scientifique,
- les performances sonores d'un bois déterminées à l'oreille par un musicien spécialisé dans les instruments à percussion.

L'essai comprend 3 phases :

- mesure des caractéristiques d'amortissement des échantillons de bois grâce à un dispositif mis au point au Centre Technique Forestier Tropical,
- classification de ces mêmes échantillons de bois en 5 groupes par appréciation auditive réalisée par M. R. HEBRARD (musicien et créateur d'instruments de musique),
- comparaison, interprétation des résultats.

II - ECHANTILLONS DE BOIS RETENUS POUR L'ESSAI

25 essences de bois tropicaux ont été sélectionnées pour cet essai. Ces essences représentent un large éventail de densités et de caractéristiques physiques et mécaniques.

Pour chacune des essences deux éprouvettes au moins ont été testées.

Les caractéristiques de ces éprouvettes sont les suivantes :

- Longueur : 400 mm
- Largeur : 60 mm
- Epaisseur : 20 mm
- Orientation : Tangentielle (dosse)

Les éprouvettes ont été sélectionnées sans défaut apparent.

La liste des essences est la suivante.

N°	Nom commercial	Nom scientifique	N° CTFT	nb	Provenance	Famille
1	ACAJOU CAILCEDRAT	Khaya senegalensis	6654	2	SENEGAL	MEL
2	AFRORMOSIA	Pericopsis elata	27570	2	CONGO	FAB
3	AKO	Antiaris toxicaria	15725	2	COTE IVOIRE	MOR
4	ANGELIQUE	Dicorynia guianensis	27573	2	GUYANE	CES
5	AYOUS	Triplochiton sclero.	18872	2	CENTRE AFRIQ.	STE
6	BODIOA	Anopyxis klaineana	10445	2	CONGO	RHI
7	COULA	Coula edulis	16113	2	CONGO	OLA
8	COURBARIL	Hymenaea courbaril	27614	2	GUYANE	CES
9	EBENE VERTE	Tabebuia sp	31087	2	AMERIQUE SUD	BIG
10	EBENE DU TOGO	Diospyros sp	-	4	TOGO	EBE
11	FARO	Daniellia soyauxii	9897	2	GABON	CES
12	FROMAGER	Ceiba pentandra	15717	3	COTE IVOIRE	BOM
13	GOMBE	Didelotia idae	21062	2	COTE IVOIRE	CES
14	GONFOLO GRIS	Ruizterania albiflora	27619	2	GUYANE	VOL
15	GONFOLO ROSE	Qualea rosea	6785	2	GUYANE	VOL
16	IROKO	Chlorophora regia	6764	2	SENEGAL	MOR
17	IZOMBE	Testulea gabonensis	9893	2	GABON	OLH
18	KANDA	Beilschmiedia sp	15956	2	GABON	LAU
19	LATI	Amphimas pterocarpo.	20974	2	COTE IVOIRE	CES
20	OKOUME	Aucoumea klaineana	14579	2	CONGO	BUR
21	OVOGA	Poga oleosa	9892	2	GABON	RHI
22	PARCOURI	Platonia insignis	27582	2	GUYANE	CLU
23	ST MARTIN ROUGE	Andira coriacea	25716	2	GUYANE	FAB
24	TIAMA	Entandrophragma cong.	18417	2	CONGO	MEL
25	WAPA	Eperua sp	29479	2	GUYANE	CES

### III - DEROULEMENT DES ESSAIS

#### 31. Mesure de l'amortissement des vibrations naturelles

##### Description succincte du procédé

Chaque échantillon de bois est mis en vibration par l'intermédiaire d'un électro-aimant excité par un générateur de fréquence, jusqu'à sa fréquence de résonance (amplitude maximale). Arrivée à cette fréquence, l'excitation est coupée et l'amortissement est mesuré au travers du décrétement logarithmique par unité de temps (un décrétement logarithmique élevé signifie un amortissement rapide de la vibration).

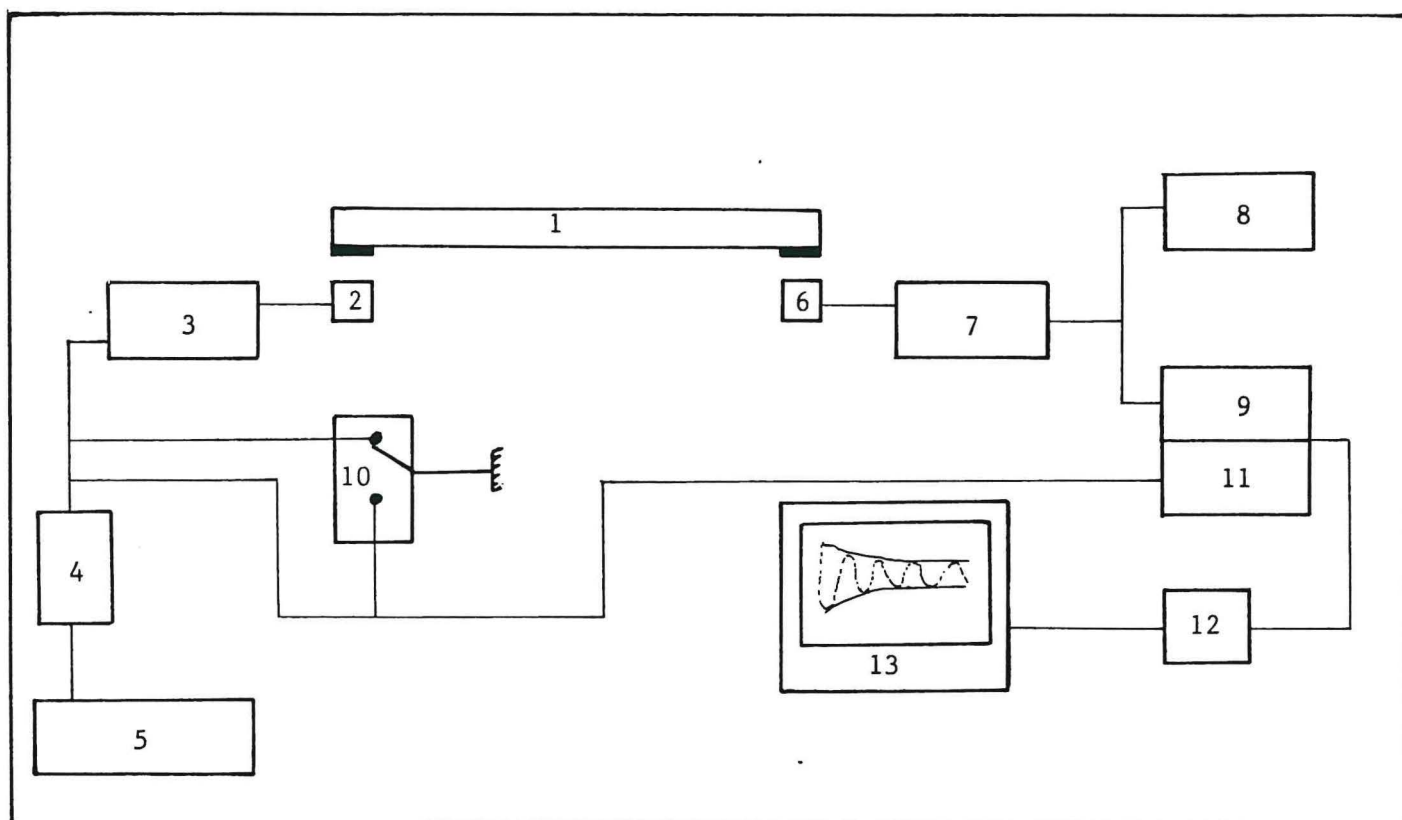
Deux types d'informations sont saisis à l'issue de cet essai.

1. La fréquence propre
2. Le décrétement logarithmique

Le dispositif, entièrement piloté par ordinateur, a fait l'objet d'une thèse de Doctorat au CTFT (thèse de Monsieur P.A. BORDONNE). Il est présenté de façon schématique sur le dessin ci-après.

CR(13-c) (127) (17)

DISPOSITIF D'EVALUATION DES FROTTEMENTS INTERIEURS  
D'UNE EPROUVETTE DE BOIS



1 : EPROUVETTE

DISPOSITIF D'EXCITATION

2 : Electro aimant  
3 : Amplificateur de puissance  
4 : Générateur BF  
5 : Fréquence - mètre

DISPOSITIF DE MESURE

6 : Capteur à courants de Foucault  
7 : Amplificateur de mesure  
8 : Voltmètre RMS  
9 : Voie 1 de l'enregistreur  
10 : Interrupteur pour coupure de l'excitation et enregistreur  
11 : Voie d'entrée n° 2 de l'enregistreur  
12 : Micro ordinateur  
13 : Ecran de visualisation

Pour plus de précision :

Voir thèse de P.A. BORDONNE sur le "Module dynamique et frottement intérieur dans le bois. Mesures sur poutres flottantes en vibrations naturelles".

## Résultats des mesures

Ils sont présentés dans le tableau A.

### 32. Mesures par appréciation auditive

Cinq classes de sonorité (bois utilisé à la percussion) ont été définies à l'oreille par Monsieur HEBRARD.

1. Bois présentant une excellente résonance
2. Bois présentant une bonne résonance
3. Bois présentant une moyenne résonance
4. Bois présentant une médiocre résonance
5. Bois présentant une mauvaise résonance

Nota. La classification a été faite sans connaissance préalable des résultats d'essais d'amortissement.

### 33. Comparaison des résultats

Les résultats ont été présentés sous différentes formes dans différents tableaux.

- Tableau B : Résultats d'essais - Classement par vitesse d'amortissement
- Tableau C : Résultats d'essais - Classement selon les groupes définis par Monsieur HEBRARD.

D'autre part, on a fait figurer 3 graphiques (1,2,3) permettant d'illustrer d'éventuelles relations entre :

- fréquence de résonance et amortissement (décrément logarithmique)
- fréquence de résonance - classement auditif
- amortissement - classement auditif

Il ressort de ces différents tableaux et graphiques que :

- il ne semble pas y avoir de relation entre fréquence propre et vitesse d'amortissement, de même il ne semble pas y avoir de relation entre fréquence propre et classement auditif
- il semble exister une relation entre classement auditif et classement par amortissement. La moyenne des décréments dans chaque classe suit bien une progression, toutefois, si on tient compte des dispersions on a un chevauchement important des classes 3 et 4 qui de ce fait sont peu distinctes au niveau des vitesses d'amortissement

Conclusion. Il est apparu à la suite de cette série d'essais, qu'il existait une assez bonne relation entre, d'une part la mesure de la vitesse d'amortissement d'une éprouvette de bois et le classement auditif effectué par un musicien spécialisé dans les instruments de percussion.

Cet essai n'est qu'une première étape et doit être confirmé (ou éventuellement infirmé) par des essais complémentaires (le classement auditif tel qu'il a été établi est-il le même d'un musicien à l'autre ?). D'autre part, d'autres types de relation peuvent être étudiés dans le futur notamment entre celles relatives aux caractéristiques acoustiques du bois et certaines caractéristiques anatomiques voire même chimiques.



TABLEAU A

RESULTATS D'ESSAI DE VIBRATION  
(CLASSEMENT PAR N° EPROUVETTE)

N°E	NOM DU BOIS	ESSAI AMORTISSEMENT			CLASSES M. HEBRARD
		DENSITE (° E3)	FREQ (Hz)	DECRE (° E-4)	
1A	ACAJOU	808	480	293	4
1B	ACAJOU	806	505	266	2
2A	AFORMOSIA	632	487	229	2
2B	AFORMOSIA	631	482	224	2
3A	AKO	387	605	263	3
3B	AKO	385	619	230	4
4A	ANGELIQUE	783	577	215	3
4B	ANGELIQUE	786	604	200	2
5A	AYOUS	314	451	318	5
5B	AYOUS	349	515	223	2
6A	BODIDA	934	540	313	3
6B	BODIDA	949	564	276	3
7A	COULA	989	517	253	4
7B	COULA	1005	545	213	2
8A	COUPARIL	851	640	213	3
8B	COUPARIL	858	647	203	2
9A	EBENE VERTE	924	608	170	2
9B	EBENE VERTE	919	559	200	3
10A	EBENE DU TOGO	1078	534	279	4
10B	EBENE DU TOGO	1035	561	277	4
10L	EBENE DU TOGO	1082	504	255	4
10D	EBENE DU TOGO	1041	498	293	4
11A	FAPU	509	572	334	5
11B	FAPU	475	538	422	5
12A	FRAMAGER	281	420	377	5
12B	FRAMAGER	276	403	302	5
12C	FRAMAGER	271	490	322	5
13A	GOMBE	634	617	358	5
13B	GOMBE	606	670	259	4
14A	GONFOLD GRIS	652	603	266	5
14B	GONFOLD GRIS	676	615	232	4
14A	GONFOLD ROSE	768	578	307	5
15B	GONFOLD ROSE	768	568	327	5
16A	IRUKO	651	485	313	4
16B	IRUKO	649	502	262	4
17A	IZOMBE	631	501	239	2
17B	IZOMBE	679	527	207	2
18A	KANDA	684	648	191	1
18B	KANDA	695	676	174	1
19A	LATI	884	681	288	3
19B	LATI	870	642	274	4
20A	OKUME	407	793	230	3
20B	OKUME	405	622	202	2
21A	OUGA	397	650	169	1
21B	OUGA	372	648	180	1
22A	PAPILURI	825	585	258	5
22B	PAPILURI	818	627	178	2
23A	ST MARTIN ROUGE	919	621	157	1
23B	ST MARTIN ROUGE	908	623	160	1
24A	TIAMA	520	597	263	3
24B	TIAMA	511	570	281	3
24A	TIAMA	511	570	281	3
25A	WAPA	838	570	304	3
25B	WAPA	848	586	246	3

TABLEAU B

RESULTATS D'ESSAI DE VIBRATION  
(CLASSEMENT PAR VITESSE D'AMORTISSEMENT)

N°E	NOM DU BOIS	ESSAI AMORTISSEMENT			CLASSES M. HEBRARD
		DENSITE (° E3)	FREQ (Hz)	DECRE (° E-4)	
23A	ST MARTIN ROUGE	919	621	157	1
23B	ST MARTIN ROUGE	908	623	160	1
21A	OUGA	397	650	169	2
9A	EBENE VERTE	924	608	170	1
18B	KANDA	695	676	174	1
22B	PAPILURI	818	627	178	2
21B	OUGA	372	648	180	1
18A	KANDA	684	648	191	1
4B	ANGELIQUE	786	604	200	2
9B	EBENE VERTE	919	559	200	3
8B	COUPARIL	858	647	203	2
17B	IZOMBE	679	527	207	2
7B	COULA	1005	545	213	3
8A	COUPARIL	851	640	213	3
4A	ANGELIQUE	783	577	215	3
5B	AYOUS	349	515	223	2
2B	AFORMOSIA	631	482	224	2
2A	AFORMOSIA	632	487	229	2
17A	IZOMBE	631	501	239	2
3B	AKO	385	619	230	4
20A	OKUME	407	593	230	3
14B	GONFOLD GRIS	676	615	232	4
25B	WAPA	848	586	246	3
7A	COULA	989	517	253	4
10L	EBENE DU TOGO	1082	504	255	4
22A	PAPILURI	825	585	258	5
13B	GOMBE	606	670	259	4
16B	IRUKO	649	502	262	4
24B	TIAMA	520	597	263	3
3A	AKO	387	605	265	3
10	AFORMOSIA	806	505	266	5
14A	GONFOLD GRIS	652	603	266	5
19B	LATI	870	642	274	4
6B	BODIDA	949	564	276	3
10L	EBENE DU TOGO	1035	561	277	4
10A	EBENE DU TOGO	1078	534	279	4
24A	TIAMA	511	570	281	3
19A	LATI	884	681	288	3
10D	EBENE DU TOGO	1041	498	293	4
1A	ACAJOU	808	480	293	4
25A	WAPA	838	570	304	3
15A	GONFOLD ROSE	768	578	307	5
6A	BODIDA	934	540	313	3
16A	IRUKO	651	485	313	4
5A	AYOUS	314	451	318	5
12C	FRAMAGER	271	490	322	5
15B	GONFOLD ROSE	768	568	327	5
11A	FAPU	509	572	334	5
13A	GOMBE	634	617	358	5
12A	FRAMAGER	281	420	377	5
11B	FAPU	475	538	422	5
12B	FRAMAGER	276	403	302	5

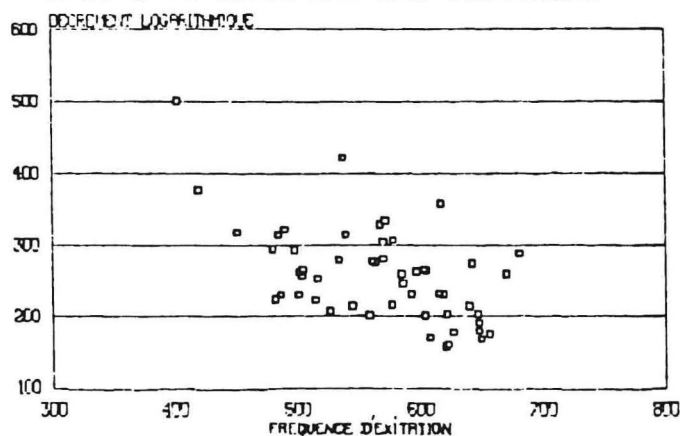
TABLEAU C

(CLASSEMENT PAR TEST DE SONORITE)					
ESSAI AMORTISSEMENT					
N°E	NOM DU BOIS	DENSITE (A E3)	FREQ (Hz)	DECRE (A E-4)	CLASSES M. HEBRARD
23A	ST MARTIN ROUGE	919	621	157	1
23B	ST MARTIN ROUGE	908	623	160	1
21A	OUOGA	397	650	169	1
18P	KANDA	695	656	174	1
21B	OUOGA	372	648	180	1
18A	KANDA	684	648	191	1
-----					
	MOYENNE	663	641	172	
	MINI	372	621	157	
	MAXI	919	656	191	
	ecart type	217	14	12	
	coef var	33	.02	.07	
-----					
2A	EBENE VERTE	924	608	170	2
20B	PANCOURI	818	627	178	2
4B	ANGELIQUE	786	604	200	2
20C	OKOUNE	405	622	202	2
8U	COUPBARIL	858	647	203	2
17B	IZOMBE	679	527	207	2
7B	COULA	1005	545	213	2
5B	AYOUS	349	515	223	2
2B	AI RUMOSIA	651	482	224	2
2A	AI RUMOSIA	632	487	229	2
17A	IZOMBE	631	501	229	2
-----					
	MOYENNE	703	560	207	
	MINI	349	482	170	
	MAXI	1005	647	229	
	ecart type	193	59	18	
	coef var	28	11	.09	
-----					
4B	EBENE VERTE	919	559	200	3
8A	COUPBARIL	851	640	213	3
4A	ANGELIQUE	783	577	213	3
20A	OKOUNE	407	593	230	3
20B	WAPA	848	506	246	3
24A	TIGRA	520	597	263	3
3A	AKO	307	605	265	3
10	AI RUMOSIA	806	505	266	3
6U	BUDIDA	949	564	276	3
24B	TIGRA	511	570	281	3
19A	LATI	884	681	288	3
25A	WAPA	838	570	304	3
6A	BUDIDA	934	540	313	3
-----					
	MOYENNE	741	584	258	
	MINI	307	505	200	
	MAXI	949	681	313	
	ecart type	198	42	34	
	coef var	.27	.07	.13	

TABLEAU C (suite)

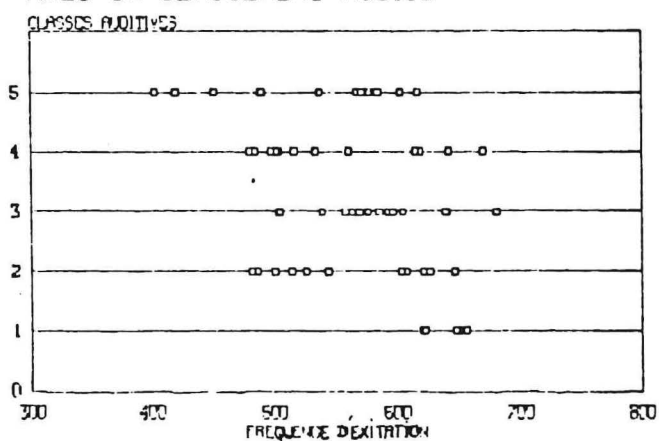
RESULTATS D'ESSAI DE VIBRATION (CLASSEMENT PAR TEST DE SONORITE)					
ESSAI AMORTISSEMENT					
N°E	NOM DU BOIS	DENSITE (A E3)	FREQ (Hz)	DECRE (A E-4)	CLASSES M. HEBRARD
3B	AKO	385	619	230	4
14B	GONFOLO GRIS	676	615	232	4
7A	COULA	989	517	253	4
10C	EBENE DU TOGO	1082	504	255	4
12B	GOUBE	606	670	259	4
16B	IRUKO	649	502	262	4
19B	LATI	870	642	274	4
10B	EBENE DU TOGO	1035	561	277	4
10A	EBENE DU TOGO	1078	534	279	4
10D	EBENE DU TOGO	1041	498	293	4
1A	AI RUMOSIA	808	480	295	4
16A	IRUKO	651	485	313	4
-----					
	MOYENNE	822.5	552.25	268.5	
	MINI	385	480	230	
	MAXI	1082	670	313	
	ecart type	219	64	24	
	coef var	.27	.12	.09	
-----					
32A	PANCOURI	825	585	258	5
14A	GONFOLO GRIS	652	603	266	5
15A	GONFOLO ROSE	768	578	307	5
5A	AYOUS	314	451	318	5
12C	IRUKO	271	490	322	5
15B	GONFOLO ROSE	768	568	327	5
11A	FAND	509	572	334	5
13A	GOUBE	634	617	358	5
12A	IRUKO	281	420	377	5
11B	FAND	475	538	422	5
12B	IRUKO	276	493	502	5
-----					
	MOYENNE	525	530	345	
	MINI	271	403	258	
	MAXI	825	617	502	
	ecart type	207	72	67	
	coef var	.39	.14	.19	

ESSAI COMPARATIF  
COMPARAISON DES FREQUENCES  
AVEC L'AMORTISSEMENT DES VIBRATIONS



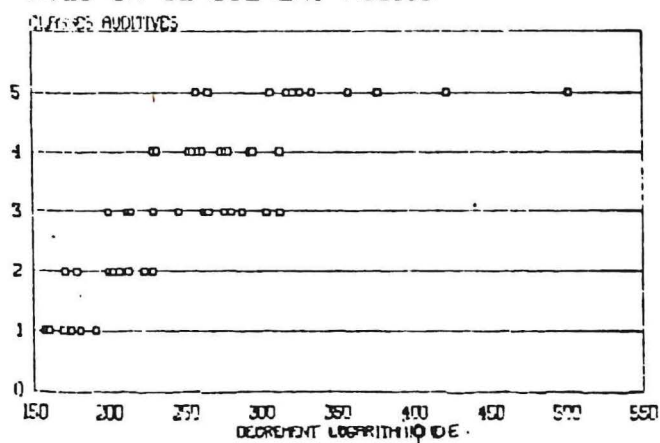
GRAPHIQUE 1

ESSAI COMPARATIF  
COMPARAISON DES FREQUENCES  
AVEC UN CLASSEMENT AUDITIF



GRAPHIQUE 2

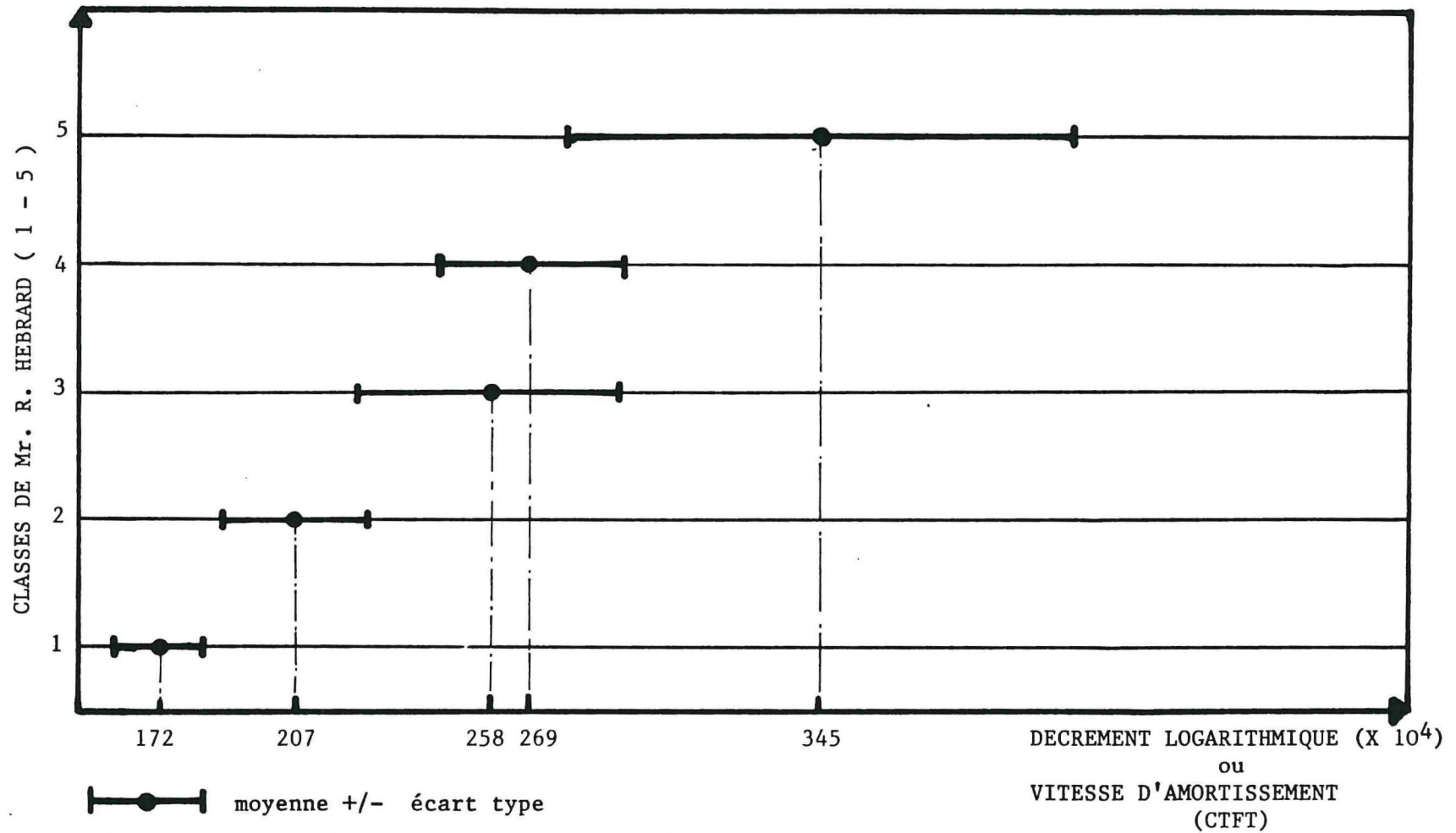
ESSAI COMPARATIF  
COMPARAISON DE L'AMORTISSEMENT  
AVEC UN CLASSEMENT AUDITIF



GRAPHIQUE 3



COMPARAISON DE DEUX CLASSEMENTS  
RELATIFS A L'AMORTISSEMENT  
DES VIBRATIONS



- classe 1 = Bois présentant une excellente résonance
- classe 2 = Bois présentant une bonne résonance
- classe 3 = Bois présentant une moyenne résonance
- classe 4 = Bois présentant une médiocre résonance
- classe 5 = Bois présentant une mauvaise résonance